

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran pada air sungai oleh adanya polutan berupa logam berat menjadi salah satu permasalahan yang memerlukan perhatian lebih lanjut, khususnya pada daerah aliran Sungai yang saat ini berubah menjadi kawasan industri. Logam-logam berat yang umumnya di temukan pada air sungai seperti Krom Hexavalen (Cr (VI)), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Mangan (Mn), dan sebagainya. Adanya industri seperti pelapisan logam (*electroplating*), contoh sumber permasalahan terkandungnya logam berat pada air Sungai. Hal ini sejalan dengan penelitian (Darmawan, 2019) yang menunjukkan kadar Krom yang berbahaya pada organisme di Sungai Rungkut, Surabaya. Di antara logam berat yang paling berbahaya, Kromium Hexavalen (Cr(VI)) perlu diperhatikan karena toksisitas tinggi dan kemampuannya untuk berakumulasi dalam rantai makanan.

Kandungan logam berat pada limbah dikatakan berbahaya bagi lingkungan dikarenakan sifatnya yang tidak mudah diuraikan oleh organisme-organisme yang ada pada ekosistem di suatu lingkungan seperti sungai(*non-degradable*) (Yusron & Asroul Jaza, 2021). Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang efektif dan efisien dalam pengolahan air untuk menghilangkan atau menurunkan konsentrasi logam berat. Tren pengolahan air yang sedang berkembang saat ini berpindah dari transfer fase sederhana menjadi proses degradasi/penghancuran polutan melalui *Advanced Oxidation Processes* (AOPs). Proses AOPs tersebut berupa dari pembentukan radikal hidroksil ( $\bullet\text{OH}$ ) yang memiliki tingkat oksidasi kuat. Kelebihan penggunaan metode AOPs dalam degradasi polutan dibanding metode lain ialah memiliki efisiensi tinggi, serbaguna sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai sumber air dan scenario pengolahan, bebas dari penggunaan bahan kimia, dan degradasi zat persisten dan berbahaya. Beberapa metode dapat dilakukan untuk menghasilkan radikal hidroksil tersebut dengan salah satunya ialah proses Fotokatalis (Shoneye et al., 2022).

Fotokatalis merupakan proses reaksi kimia dengan memanfaatkan energi Cahaya (Photon) dalam memicu semikonduktor seperti Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) untuk menghasilkan radikal hidroksil yang digunakan untuk mengoksidasi polutan. Semikonduktor Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dalam beberapa penelitian telah terbukti efektif dalam mendekomposisi zat organik maupun anorganik berbahaya melalui reaksi fotokimia. Namun, penggunaan fotokatalis dalam bentuk bubuk memiliki kendala tersendiri, seperti kesulitan dalam proses pemisahan setelah aplikasi dan risiko kontaminasi ulang. Untuk mengatasi masalah ini, teknik immobilisasi fotokatalis pada media seperti resin telah diperkenalkan. Metode ini memungkinkan fotokatalis untuk tetap aktif dalam proses penguraian logam berat, sekaligus mempermudah proses pemisahan setelah reaksi (Zakria et al., 2021).

Meski demikian, pemahaman mengenai kinetika proses fotokatalis dalam degradasi logam berat masih terbatas, terutama dalam konteks penggunaan *Resin Immobilized Photocatalysis* menggunakan semikonduktor  $\text{TiO}_2$ . Studi kinetika sangat penting untuk memahami laju reaksi, mekanisme interaksi antara logam berat dengan fotokatalis, serta pengaruh kondisi operasional, seperti pH, intensitas cahaya, dan konsentrasi awal logam berat terhadap efisiensi degradasi. Analisis kinetika pada proses fotokatalis ini dapat menggunakan beberapa model matematis seperti model kinetika orde pertama maupun kedua, model degradasi Langmuir–Hinshelwood, dan sebagainya. Dengan dilakukannya studi kinetika ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang komprehensif tentang mekanisme reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju degradasi logam berat krom heksavalen menggunakan *Resin Immobilized Photocatalysis*.

*Power of Hydrogen* atau yang biasa dikenal sebagai pH merupakan aspek yang menjadi perhatian dalam penelitian kali ini. Nilai pH menggambarkan sifat asam atau basa, di mana dalam penelitian ini limbah pelapisan logam yang cenderung asam dapat mempengaruhi dalam kinetika laju reaksi dalam proses fotokatalis. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, pH limbah dapat berpengaruh dalam hal stabilitas semikonduktor fotokatalis yang digunakan serta dalam reaksi degradasi krom heksavalen. Dari hal tersebut, dapat terlihat jika kondisi pH limbah yang akan diproses dalam fotokatalis memiliki peranan penting dalam laju reaksi

yang akan terjadi. Oleh karena itu, pemahaman dalam kondisi pH limbah sebelum dan selama proses fotokatalis menjadi aspek krusial dalam mengoptimalkan laju reaksi serta efektivitas reduksi krom heksavalen menggunakan proses fotokatalis.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi pH dan massa katalis pada konsentrasi krom heksavalen (Cr (VI)), kekeruhan, dan pH akhir limbah industri pelapisan logam menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst* dengan semikonduktor TiO<sub>2</sub>?
2. Bagaimana model kinetika laju reaksi yang dapat digunakan dalam penurunan logam berat krom heksavalen (Cr (VI)) pada limbah industri pelapisan logam menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst* dengan semikonduktor TiO<sub>2</sub>?
3. Bagaimana kinetika laju reaksi penurunan logam berat krom heksavalen (Cr (VI)) pada limbah industri pelapisan logam menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst* dengan semikonduktor TiO<sub>2</sub>?
4. Bagaimana pengaruh pH dalam kinetika laju reaksi degradasi logam berat menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis Pengaruh Variasi pH dan Massa Katalis pada konsentrasi krom heksavalen (Cr (VI)), kekeruhan, dan pH akhir limbah industri pelapisan logam menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst* dengan semikonduktor TiO<sub>2</sub>.
2. Menganalisis model kinetika laju reaksi yang dapat digunakan dalam penurunan logam berat krom heksavalen (Cr (VI)) pada limbah industri pelapisan logam menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst* dengan semikonduktor TiO<sub>2</sub>.

3. Menganalisis kinetika laju reaksi penurunan logam berat krom heksavalen (Cr (VI)) pada limbah industri pelapisan logam menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst* dengan semikonduktor TiO<sub>2</sub>.
4. Menganalisis pengaruh pH dalam laju reaksi penurunan logam berat krom heksavalen (Cr (VI)) pada limbah industri pelapisan logam menggunakan *Resin Immobilized Photocatalyst* dengan semikonduktor TiO<sub>2</sub>.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, sebagai pengalaman dan tambahan pengetahuan mengenai kinetika reaksi proses fotokatalis yang terjadi pada reactor kontinyu.
2. Bagi akademisi, sebagai tambahan referensi mengenai proses fotokatalis terutama dalam hal kinetika reaksi yang menggunakan proses kontinyu.
3. Bagi masyarakat, dapat sebagai salah satu referensi dalam pengolahan limbah terutama limbah pelapisan logam.

#### **1.5 Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup yang ditetapkan dalam penelitian kali ini sebagai berikut:

1. Jenis limbah yang diolah berupa limbah pelapisan logam dan limbah artifisial yang mengandung parameter krom heksavalen (Cr (VI))
2. Semikonduktor katalis yang digunakan berupa TiO<sub>2</sub>. yang diimobilisasi ke resin kation.
3. Proses fotokatalis dilakukan dalam reaktor kolom aliran kontinyu
4. Kegiatan penelitian dilakukan dalam skala laboratorium di Laboratorium Riset Program Studi Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur